

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-027170

(43)Date of publication of application : 04.02.1994

(51)Int.Cl.

G01R 29/08

H01L 39/22

(21)Application number : 04-181059

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 08.07.1992

(72)Inventor : FUTAKI KAZUYA

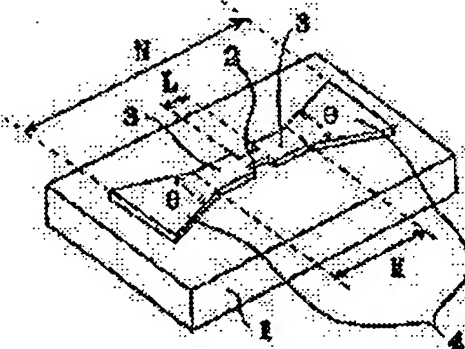
YOSHISATO MASANOBU

(54) SUPERCONDUCTING ELECTROMAGNETIC WAVE DETECTION ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect a wide-band electromagnetic wave up to an ultra high-frequency band without depending on antenna dimensions by providing a bow-tie antenna part consisting of an oxide superconducting single-crystalline thin film on an insulation substrate and a grain boundary connection type oxide superconducting bridge element part at the center of the bow-tie antenna part.

CONSTITUTION: When a grain boundary connection type oxide superconducting bridge element 2 consisting of an oxide superconducting polycrystalline thin film which operates as an electromagnetic sensor and both edge parts 3 consisting of an oxide superconducting single crystal, and a bow-tie antenna part 4 are molded in one-piece on the main surface of an insulation MgO substrate 1, the element 2 is positioned at the center of the antenna part 4 and the antenna part 4 becomes a triangle object with an angle θ each from the both edge parts 3. Since both edge parts 3 and the antenna part 4 are formed with the superconducting single-crystalline thin film, the element 2 can detect electromagnetic waves with high sensitivity. Also, since the antenna part 4 is in a bow-tie shape, a wide range of electromagnetic waves up to an ultra high-frequency band of several hundred GHz can be detected without depending on the dimensions. Also, formation in large dimensions facilitates its manufacture.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.03.1999

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-27170

(43)公開日 平成6年(1994)2月4日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 1 R 29/08		F 7808-2G		
H 0 1 L 39/22	Z A A D	8728-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-181059

(22)出願日 平成4年(1992)7月8日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 二木 一也

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

(72)発明者 善里 順信

大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋
電機株式会社内

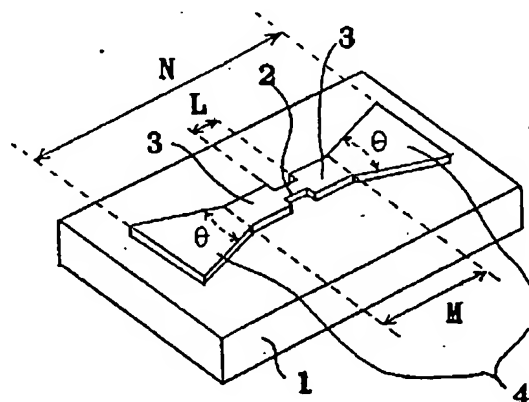
(74)代理人 弁理士 西野 卓嗣

(54)【発明の名称】 超電導電磁波検出素子

(57)【要約】

【目的】 本発明は、数百GHzの超高周波帯の電磁波を検出可能で、製造の容易な超電導電磁波検出素子を得ることを目的とする。

【構成】 絶縁性基板1上に、酸化物超電導薄膜からなるボウタイアンテナ部4と、このアンテナ部4の略中央に設けられた粒界結合型酸化物超電導ブリッジ素子部2とを構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板と、該基板上に形成された酸化物超電導単結晶薄膜からなるボウタイアンテナ部と、該アンテナ部の略中央に設けられた粒界結合型酸化物超電導ブリッジ素子部と、から構成されることを特徴とする超電導電磁波検出素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は酸化物超電導体を用いた超電導電磁波検出素子に関する。

【0002】

【従来の技術】電磁波検出素子、特に数十GHzオーダの超高周波帯の電磁波を検出する検出素子としては超電導体を用いたものが極めて高い感度を示すことから注目されている。特に数年前に発見された $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ （以下 $YBaCuO$ と略す）などで代表される酸化物超電導体は液体窒素が示す77K程度の比較的高い温度で超電導状態となるので、応用範囲が広がるものとして期待が寄せられている。

【0003】この酸化物超電導体を用いた電磁波検出素子は、例えばSANYO TECHNICAL REVIEW, Vol.22, No.1, 1990年の第106頁～第114頁に粒界結合型（グラニュー型）電磁波検出素子が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の半波長ダイポールアンテナに超電導ブリッジ素子を組み込んだ超電導電磁波検出素子は、検出できる電磁波の周波数帯がアンテナの寸法に依存するため、該形状に依存した所定周波数帯の電磁波しか検出できなかった。

【0005】また、より高周波帯の電磁波を検出するためにはアンテナの寸法を小さくする必要があり、例えば100GHzの電磁波を検出するには、アンテナの長手方向寸法を1.5mm程度に設定しなければならない。このように高周波を検出する超電導電磁波検出素子は寸法が小さくなり、従って製造が困難であるといった問題があった。

【0006】本発明は上述の課題を鑑み成されたものであり、超高周波帯の電磁波も検出可能で、製造の容易な超電導電磁波検出素子を提供することが目的である。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明はこのような課題に鑑み成されたものであって、絶縁性基板と、該基板上に形成された酸化物超電導単結晶薄膜からなるボウタイアンテナ部と、該アンテナ部の略中央に設けられた粒界結合型酸化物超電導ブリッジ素子部と、から構成されることを特徴とする。

【0008】

【作用】本発明によれば、ボウタイアンテナ部をもつので、アンテナの寸法に殆ど依存しないで超高周波帯迄の広帯域の電磁波を検出可能である。

【0009】また、ボウタイアンテナ部の角度の値を設定することより検出する電磁波とブリッジ部のインピーダンス整合を良好にできる。

【0010】更に、ブリッジ素子が粒界結合型なので、素子抵抗が大きくなり、インピーダンス整合が良好になる。

【0011】

【実施例】第1実施例について図面を参照しつつ詳細に説明する。図1は超電導電磁波検出素子の斜視図、図2は該検出素子の正面図である。

【0012】図中、1は絶縁性 MgO 基板、該基板1の（100）面である主面上には電磁波センサとして動作する酸化物超電導多結晶薄膜からなる粒界結合型酸化物超電導ブリッジ素子部2、酸化物超電導単結晶からなる両端部3、3、及び酸化物超電導単結晶からなるボウタイアンテナ部4が一体形成されている。即ち、前記ブリッジ素子部2は前記アンテナ部4の略中央に設けられている。

【0013】前記ブリッジ素子部2のサイズは、例えば幅 $50\mu m$ 、長さ（L） $200\sim 300\mu m$ 、厚み 5000\AA 程度であり、また前記両端部3、3間の長さMは例えば4mmで、各端部3、3上には図示しないが金、又は銅等からなる入出力用電極及びバイアス用電極がそれぞれ形成されている。

【0014】前記ブリッジ素子部2、両端部3、3、及びボウタイアンテナ部4を構成する酸化物超電導材料は例えば $YBaCuO$ が用いられる。

【0015】また、前記ボウタイアンテナ部4の形状は、前記両端部3、3から夫々角度 θ をもつ三角形形状からなる。このボウタイアンテナ部4の入力インピーダンスは図3に示すように該アンテナ部4が形成される基板1の誘電率 ϵ と前記角度 θ に依存し、上述のように MgO 基板の場合は $\epsilon=10$ であるので、図中実線Aで示される。

【0016】ところで、空間のインピーダンスは約400 Ω であり、粒界結合型超電導ブリッジ素子部2は一般に1 Ω 程度である。従って、ブリッジ部2と検出する電磁波のインピーダンス整合を良くするためには、ボウタイアンテナ部4のインピーダンスは空間のインピーダンスとブリッジ素子部2のインピーダンスの間の値に設定する必要がある、望ましくは150 $\Omega\sim 1000\Omega$ 程度がよい。従って、本実施例の場合、図3から判るように前記角度 θ は30 $^\circ\sim 70^\circ$ 程度に設定されている。尚、アンテナ部4の形状は検出する電磁波の周波数領域に殆ど依存しないが、検出する電磁波の波長の数倍から10倍程度が望ましく、本実施例において長さNは例えば10 $\sim 30mm$ 程度に設定されている。

【0017】斯る超電導電磁波検出素子は、次のように形成される。

【0018】まず、基板1の（100）面上に酸化物超

電導材料をスパッタリング法、又は分子線エビタキシャル法(MBE法)等を用いて酸化物超電導単結晶薄膜をエビタキシャル成長させる。例えば、 YBaCuO をスパッタリング法を用いて形成する場合の条件の一例は、圧力80Paである Ar と O_2 が1対1の割合のガス雰囲気中において、基板温度は650~700℃、スパッタレートは約500Å/hrである(第1工程)。

【0019】次に、ブリッジ素子部2、両端部3、3、及びボウタイアンテナ部4に対応したレジストパターン膜を形成し、該レジストパターン膜を介した状態で例えばイオンビームエッチング法(IBE法)によりエッチング除去する(第2工程)。

【0020】その後、前記ブリッジ素子部2に対応する部分にレーザ光を照射して、この部分を超電導単結晶薄膜から超電導多結晶薄膜(粒界型結合型)に変化させて、図1及び図2に示す酸化物超電導電磁波検出素子を完成する(第3工程)。

【0021】尚、上述ではエッチングによりパターン形成したが、該パターンをもつ金属マスクを介した状態で超電導単結晶薄膜を形成してパターン形成してもよい。

【0022】又、この実施例ではMgO基板を用いたが、超電導酸化物結晶薄膜が形成できる SrTiO_3 基板(誘電率=310)、 Y_2O_3 基板(誘電率=10)、 Al_2O_3 基板(誘電率=9)、 LaGaO_3 基板(誘電率=25)、 NdGaO_3 基板(誘電率=25)、 LaAlO_3 基板(誘電率=10)、YSZ(イットリウム・スタビライズド・ジルコニア)基板(誘電率=27)等種々の基板を適宜選択できる。尚、他の種々の基板を用いる場合もアンテナ部4と検出する電磁波のインピーダンス整合を行うために、アンテナ部4の角度 θ を上述のようにアンテナ部4のインピーダンスが空間のインピーダンスとブリッジ素子部2のインピーダンスの中間の値になるように設定するのがよい。

【0023】本実施例の酸化物超電導電磁波検出素子は、両端部3、3及びボウタイアンテナ部4が超電導単結晶薄膜で形成されているので、電磁波検出が高感度で行える。

【0024】また、アンテナがボウタイ形状であるので、アンテナの寸法に殆ど依存しないで数百GHzの超高周波帯迄の広帯域の電磁波を検出でき、従来の検出素子より大きな寸法が可能であり、製造が容易である。

【0025】また、ボウタイアンテナ部4の角度 θ の値を設定することにより検出する電磁波とブリッジ素子部2のインピーダンス整合を良好にできる。

【0026】更に、ブリッジ素子部2が粒界結合型なので、粒界結合型以外のブリッジ素子に比べて一桁以上素子抵抗が大きいため、インピーダンス整合が良好になる。

【0027】次に、第2実施例について図4及び図5を参照しつつ詳細に説明する。尚、図4は酸化物超電導

電磁波検出素子の斜視図、図5は図4中の点線X-Xに沿った断面図である。

【0028】図中、第1実施例と異なる点は、基板1とブリッジ素子部2の間にアモルファスMgO薄膜5が形成されている点である。これは、スパッタリング法やMBE法で酸化物超電導膜を形成する場合、MgO基板の(001)面上ではエビタキシャル成長されて超電導単結晶薄膜が形成されるが、アモルファスMgO薄膜5上では超電導多結晶薄膜が形成されるためである。

【0029】斯る酸化物超電導電磁波検出素子は次のように製造される。

【0030】まず、MgO基板1の(100)面上のブリッジ素子部2を形成する部分にアモルファスMgO薄膜5を形成する。このアモルファスMgO薄膜5の成膜は、例えば基板温度を室温とし、電子ビーム蒸着法により形成できる。尚、この工程後に形成するブリッジ素子部2全体が酸化物超電導多結晶薄膜とするために前記アモルファスMgO薄膜5の膜厚はある程度以上必要であり、例えばブリッジ素子部2の厚みが5000Å程度である場合は、前記アモルファスMgO薄膜5の厚みは例えば1000Å程度に選択されている(第1工程)。

【0031】この工程後は、第1実施例の第1工程と同様に基板1の(100)面上に酸化物超電導材料をスパッタリング法、又は分子線エビタキシャル法(MBE法)等を用いて酸化物超電導単結晶薄膜をエビタキシャル成長させる。この時、前記アモルファスMgO薄膜5上には酸化物超電導多結晶薄膜が形成され、上記第1実施例のようにレーザ光の照射は不必要である。

【0032】その後、第1実施例の第2工程と同様にパターン化されて、第4図及び第5図に示す酸化物超電導電磁波検出素子が完成する。

【0033】尚、この実施例ではMgO基板を用いたが、上述した SrTiO_3 基板、 Y_2O_3 基板、 Al_2O_3 基板、 LaGaO_3 基板、 NdGaO_3 基板、 LaAlO_3 基板、YSZ基板等種々の絶縁性基板を適宜選択でき、このように他の基板を用いた場合はアモルファスMgOに変えて該基板の材料からなるアモルファス薄膜を用いる方が望ましい。

【0034】上述のように、酸化物超電導単結晶薄膜を形成できる基板上のブリッジ素子部を形成する表面にアモルファス薄膜を形成することにより、該アモルファス薄膜が形成されていない基板上には、酸化物超電導単結晶薄膜からなる両端部3、3及びアンテナ部4を形成できると共に、アモルファス薄膜上には酸化物超電導多結晶薄膜からなる粒界結合型ブリッジ素子部2を形成できる。

【0035】従って、本実施例においても、第1実施例と同じ効果が得られる。

【0036】尚、第1、第2実施例では両端部3、3を設けたが、取り除いた構造でもよい。また、酸化物超電

5

導材料としては、 YBaCuO 以外のランタノイド系酸化超電導材料等種々の材料を適宜利用できる。

【0037】更に、ブリッジ素子部の素子抵抗を高め、インピーダンス整合を良好にするために、該素子部を構成する超電導粒子の粒界に高抵抗材料を施してもよい。例えば YBaCuO 超電導粒子の場合、前記ブリッジ素子部2上にスパッタリング法、スクリーン印刷法で100～500Å程度の Bi_2O_3 層を形成した後、600～650℃で熱処理することにより高抵抗材料からなる界面層が作成される。

【0038】

【発明の効果】本発明の酸化超電導電磁波検出素子によれば、ボウタイアンテナ部をもつので、アンテナの寸法に殆ど依存しないで超高周波帯迄の広帯域の電磁波を検出可能であり、従来の超電導電磁波検出素子に比べて大きな寸法が可能となるので、製造も容易である。

【0039】また、ボウタイアンテナ部の角度の値を設

6

定することより検出する電磁波とブリッジ部のインピーダンス整合を良好にでき、更に、ブリッジ素子が粒界結合型なので、素子抵抗が大きくなり、インピーダンス整合が良好になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る超電導電磁波検出素子の斜視図である。

【図2】上記超電導電磁波検出素子の上面図である。

【図3】ボウタイアンテナ部のインピーダンスと、角度 θ と基板の誘電率 ϵ の関係を示す図である。

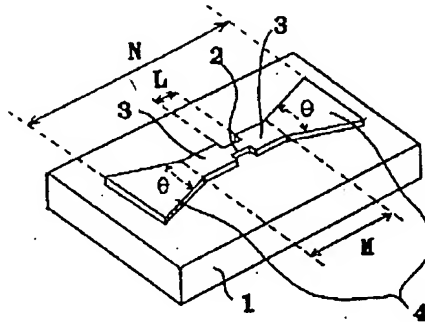
【図4】本発明の第2実施例に係る超電導電磁波検出素子の斜視図である。

【図5】上記超電導電磁波検出素子の断面図である。

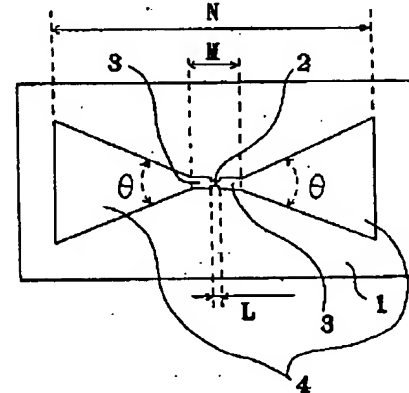
【符号の説明】

- 1 絶縁性基板
- 2 粒界結合型ブリッジ素子部
- 4 ボウタイアンテナ部

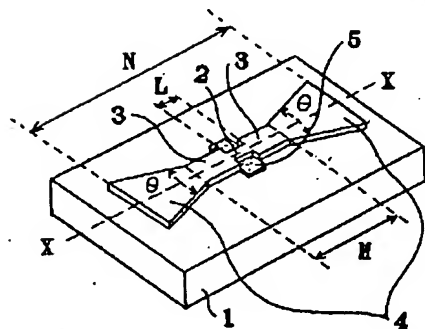
【図1】



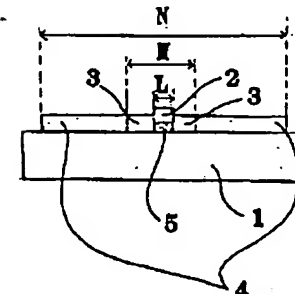
【図2】



【図4】



【図5】



【図3】

